Die Hackensplitterverletzungen des Auges im Bodenseegebiet

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der Friedrich Wilhelm-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Brugger
aus Konstanz

Tag der Promotion: 29. IV. 33

Berlin 1933
Verlag von S. Karger
Karlstraße 39

351

Gedruckt mit Genehmigung

der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Goeht

Referent: Geh. Rat Prof. Dr. Krückmann

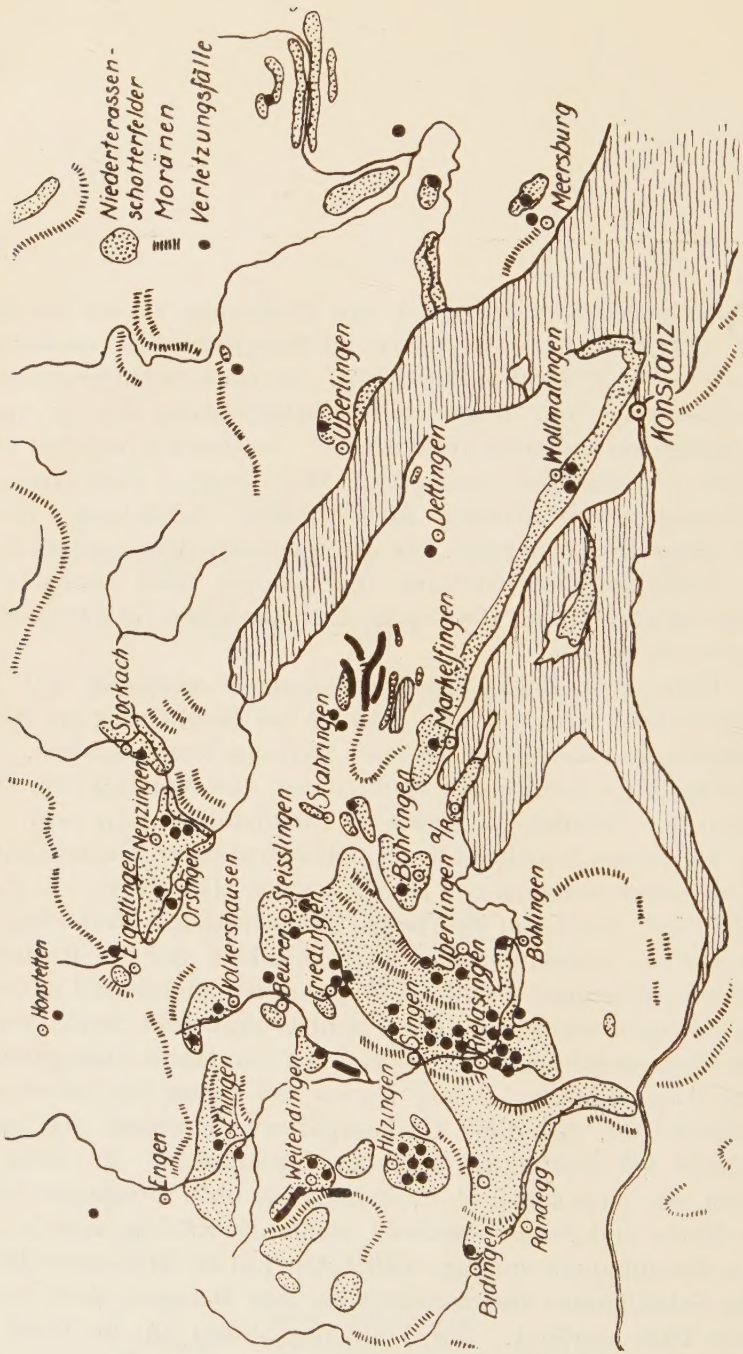
R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus
„Zeitschrift für Augenheilkunde" Band 81

Die vorliegende Arbeit ist eine Ergänzung zu der im Jahre 1921 im 89. Band des Archivs für Augenheilkunde erschienenen Arbeit von *O. E. Haab* in Zürich über „die Hackensplitterverletzungen des Auges mit besonderer Berücksichtigung der sie verursachenden geologischen Verhältnisse". In dieser Arbeit hat *Haab* die in der Züricher Augenklinik beobachteten Fälle von sog. Hackensplitterverletzungen nach Ursache, Entstehung, Verlauf usw. eingehend behandelt. In der folgenden Arbeit sollen die in der Augenklinik in Konstanz von meinem Vater beobachteten Fälle aus den Jahren 1898—1924 nach ähnlichen Gesichtspunkten bearbeitet werden.

Unter den Hackensplitterverletzungen verstehen wir Verletzungen des Auges, welche lediglich bei Bearbeitung des Ackerbodens beim Kartoffel-, Rüben-, Rebenhacken entstehen. Unberücksichtigt bleiben die Verletzungen aus Steinbrüchen, Bearbeiten von Straßen, Krampen an Eisenbahndämmen usw.

Die ersten Berichte über die oben erwähnten Hackensplitterverletzungen stammen von *Horner* aus dem Jahre 1876. Er stellte zuerst fest, daß beim Bearbeiten des steinigen Ackerbodens mit der Hacke, vornehmlich des Kartoffelackers und des Rebberges, Splitter mit großer Wucht das Auge treffen können und es tief zu durchdringen vermögen. Diese Splitter sind nicht Steine, wie die Patienten meist angeben, sondern von der Hacke abgesprungene feine Eisenteilchen. Schon *Horner* fiel weiter die interessante Tatsache auf, daß diese Hackensplitterverletzungen sich hauptsächlich auf bestimmte Gegenden beschränken. Er nennt vor allem, wie auch später *O. E. Haab* in der oben erwähnten Arbeit, die Nord- und Nord-Ostschweiz, somit die Kantone Zürich, Aargau, Schaffhausen und den südlichsten Teil des Freistaates Baden. Von Schaffhausen rheinaufwärts bis zum Bodensee sind nur einzelne Fälle erwähnt. Zur Verfügung stehen mir an Hand von Protokollen 70 Fälle. Es handelt sich hier um die Bodenseegegend



Das Bodenseegebiet (s. Text).

(vor allem den Hegau, Linzgau usw.), somit geographisch gesprochen um eine Fortsetzung der von *O. E. Haab* zuletzt beschriebenen Gebiete nach NO und O.

Hier liegen ähnliche geologische Verhältnisse wie in der Nordschweiz vor. Es handelt sich um den mächtigen Abflußstrom des Rheingletschers, dessen Randmoränen breite Schotterfelder zurück-

Rheingletscher zur Diluvialzeit.
I—V Gürtel der letzten Vergletscherungen.

gelassen haben. Gerade diese sogenannten „Niederterrassenschotterfelder" sind es nun, die für die Entstehung der Hackensplitterverletzungen verantwortlich gemacht werden.

In der Dissertation von *Weidmann* (1888), dessen Material der Züricher Klinik aus den Jahren 1877—1887 entnommen ist, findet sich eine ungewöhnlich hohe Verlustziffer. Bei 28 dieser Hackensplitterverletzungen kam es 24mal = 85,7% zu Verlust des Auges. Sämtliche Verletzte waren Landarbeiter, davon

11 männliche und 17 weibliche. Alle diese Hackensplitter waren bis in den Glaskörper vorgedrungen.

Der hohe Verlust des verletzten Auges hängt nun mit der schon längst beobachteten Tatsache zusammen, daß bei diesen Hackensplitterverletzungen, namentlich wenn sie in den Glaskörper vorgedrungen sind, meist eine Panophthalmie entsteht. Schon 24 Stunden nach der Verletzung kann man eine vollentwickelte Panophthalmie sehen, die ihrerseits zur Enukleation und somit zum Verlust des betreffenden Auges führt.

Baenziger und *Silberschmidt* (1902) berichteten aus der Züricher Klinik, daß sie in einem Fall bereits nach 22 Stunden beginnende Panophthalmie bemerkten und aus dem Glaskörpereiter einen saprophytischen Bazillus, der der Gruppe der Heubazillen (Baz. subtilis) angehörte, in Reinkultur gezüchtet haben. Durch Impfung am Kaninchen- und Hundeauge, bei denen nach 24 Stunden Panophthalmie eintrat, bewiesen sie dessen pathogene Wirkung. Die beiden Autoren entnahmen dem betreffenden Ackerboden eine Probe und konnten auch daraus einen dem aus dem Glaskörper gewonnenen ähnlichen, aber nicht identischen Bazillus züchten; sie schlossen daraus, daß verschiedene Mikroben der Heubazillengruppe Panophthalmie zu erzeugen vermögen.

Baenziger nahm nun an, die große Gefährlichkeit der Hackensplitterverletzungen in der Nordschweiz und in Baden könne damit zusammenhängen, daß die Bazillen hier im Boden bessere Lebensbedingungen finden.

Haab (1903) glaubte ebenfalls, daß diese Bazillen besonders im Jurakalk vorkommen, andererseits wies er auf die schlechte Beschaffenheit der Hacken hin, von denen leicht Splitter abspringen, die dann, nicht erhitzt, leicht Infektionskeime mitschleppen.

Auch *Haab* teilt mit, daß die Mehrzahl der Hackensplitterverletzungen aus dem nördlichen Teil des Kantons Zürich stammen, wo jedenfalls der sehr steinige Boden des Jurakalkes das Abspringen von Hackenteilchen begünstige.

Zusammenfassend möchte ich bemerken, daß aus der Züricher Universitätsklinik und der Privatpraxis von Prof. *Haab* über den langen Zeitraum von 54 Jahren (1865—1919) in nicht weniger als 27 Arbeiten und Mitteilungen 230 Fälle von Hackensplitterverletzungen veröffentlicht wurden.

Außerhalb der Schweiz sind bisher nur zwölf Fälle in der Literatur beschrieben. *Hirschberg. Homburg, Franke, Perles, Kayser, Axenfeld* und *Hausmann* erwähnen je einen Fall.

Aus den Nachforschungen von *O. E. Haab* in Italien (Genua, Siena, Turin, Pavia) und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika geht hervor, daß auch dort keine Verletzungen dieser Art bekannt sind. Allerdings scheinen in Japan Hackensplitterverletzungen vorzukommen, *Haab* meint aber, daß aus der Mitteilung von *Kodama* weder der genaue Vorgang der Verletzung hervorgeht, noch sind Splitter in enukleierten Augen gefunden worden.

Wie ich durch persönliche Anfrage bei Herrn Prof. *Stock* in Tübingen und Herrn Dr. *Röcker* in Ravensburg erfuhr, kommen dort Hackensplitterverletzungen nur selten vor.

Zunächst erscheint es wichtig, eine Beschreibung der verwendeten Hacken selbst vorauszuschicken. Zur Bearbeitung des Bodens sind drei Formen von Hacken in Gebrauch. Breite, annähernd viereckige, schaufelförmige Instrumente. An der oberen Kante ist eine Öse zur Befestigung des Holzstieles angebracht. An der gegenüberliegenden Seite befindet sich eine breite, ziemlich scharfe Schneide. Das Hackenblatt hat eine leichte, gegen den Arbeitenden gerichtete Konkavität. Diese Hackenform ist die meist gebrauchte und begünstigt naturgemäß durch die breite untere Kante ein häufigeres Abspringen von kleinen Teilen als die unten spitzen Formen, wie Karst und herzförmige „Haue". Karst ist eine Spitzhacke mit 2—3 Stahlspitzen. Das Hackenblatt der letzteren hat eine ausgesprochene Herzform, an deren Basis der Holzstiel befestigt ist. Alle drei Hackenformen werden mit beiden Händen geführt. Wird ein Stein mit den beiden zuletzt beschriebenen Instrumenten getroffen, so gleitet die Hackenspitze meist an der konvexen Oberfläche des Steines und der Hacke ab. Es gibt deswegen weniger Möglichkeit zum Abspritzen von Teilen wie bei der breiten Hackenform, wo dieses Abrutschen und Ausweichen nach der Stelle des geringeren Widerstandes nicht so gut möglich ist. Auch würde die Flugrichtung der Splitter eine andere sein.

In leicht gebückter Körperhaltung schlagen die Leute stundenlang mit ihren Instrumenten in den Boden ein. Die Exkursionen der Bewegung richten sich ganz nach der jeweiligen Beschaffenheit des Bodens, ob fest oder locker, und hängen nicht zuletzt von der Kraft des einzelnen Arbeiters bzw. Arbeiterin ab. Im allgemeinen handelt es sich aber um eine gleichmäßige Bewegung. Wie aus den Angaben der Verletzten hervorgeht und auch durch die geologischen Untersuchungen bestätigt wird, handelt es sich bei den Hackensplitterverletzungen meist um steinigen Boden.

Sehr harte, runde, braune Steine von verschiedener Größe sind charakteristisch für diesen Boden. Bei der geologischen Betrachtung wird auf diese Verhältnisse näher eingegangen. Hieraus ergibt sich, daß beim Hacken sehr leicht auf Steine geschlagen wird. Die Verletzten erzählen denn auch, daß beim Hacken die Steine nur so herumfliegen. Allerdings ist es selten, daß die Verletzung durch eine zweite Person hervorgerufen wird.

Wird nun das Auge getroffen, so glaubt der Verletzte meist, es sei ihm ein „Stein" gegen das Auge geflogen und gibt an, er habe den Stein wieder deutlich zu Boden fallen sehen. Prof. *Haab* vermutet, diese Erklärung dahingehend deuten zu können, daß die entoptische Wahrnehmung der Flugbahn des kleinen Fremdkörpers im Glaskörper diesen als großen Körper in die Außenwelt projiziert.

Wichtig ist es zu wissen, daß diese Angaben der Patienten nicht zutreffen, um keinen Täuschungen zu unterliegen. In den Krankenblättern kann man nämlich oft lesen, daß die praktischen Ärzte auf die Angaben der Verletzten hin die Verletzung nicht erkannten und nur eine Entzündung annahmen, infolge des ans Auge geflogenen Steines. Auf diese Weise ist schon manches Auge zugrunde gegangen, weil die sachgemäße Behandlung zu spät kam.

Wie sieht nun ein Hackensplitter aus? Die Form und Größe entspricht den Hammer- und Meißelsplittern. Die Form ist eine konvex-konkave, hat drei Flächen und drei Kanten. Die konvexe Fläche ließe sich mit einem sphärischen Dreieck vergleichen, dessen Basis der Abreißstelle entspricht.

O. E. Haab hat in einer besonderen Arbeit genaue Untersuchungen, Messungen und Wägungen von 370 Fällen vorgenommen und auch den Entstehungsmechanismus der Eisensplitter überhaupt nach physikalischen Gesichtspunkten beschrieben. Es sei deshalb auf diese Arbeit verwiesen (Arch. f. A. Bd. 84, S. 88). Von 80 gemessenen und gewogenen Hackensplittern fand *O. E. Haab* in 95% eine ganz typische Form. In 65% hält sich auch das Gewicht in den Grenzen von 0,001—0,005 g. Von total 370 gewogenen Splittern weisen 40% ein Gewicht von 1—5 mg auf. *Haab* zieht aus diesen Ergebnissen den Schluß, daß die Hackensplitter unter ähnlichen physikalischen Bedingungen abspritzen müssen, wie die Splitter der Metallindustrie, wo Metall auf Metall geschlagen wird.

Von den Verletzten der 63 zur Verfügung stehenden Fälle entfallen:

34 auf das männliche Geschlecht = 53,8%
29 „ „ weibliche „ = 46,0%.

Nach der Statistik von *O. E. Haab* ergibt sich sogar ein Überwiegen des weiblichen Geschlechts. Von seinen insgesamt 227 Verletzten sind: 102 = 44,9% männlichen,
125 = 55,0% weiblichen Geschlechts.

Unzertrennlich mit den Verletzungen ist der landwirtschaftliche Beruf verbunden. Und bekanntlich ist bei diesem Berufe die Beschäftigung der Frauen auf dem Felde eine ebenso große wie die der Männer. Namentlich in unserer Gegend ist dies noch überall der Fall, da die maschinelle Bestellung des Bodens noch keine so ausgedehnte Verbreitung gefunden hat wie anderswo. Nicht zuletzt hängt dies mit der Oberflächengestaltung des Geländes zusammen, das sehr oft hügelig und abschüssig ist, was ohnehin einen Maschinenbetrieb weniger zuläßt. Außerdem handelt es sich in unserer Gegend meist um Kleinbauern, wo eine maschinelle Bearbeitung des Bodens keine großen wirtschaftlichen Vorteile bringen würde.

Was den Beruf betrifft, sei bemerkt, daß von den 34 Männern 31 Landwirte, 2 Straßenwarte und 1 Schmied sind. Ausdrücklich sei erwähnt, daß sich die drei Letztgenannten ihre Verletzungen nicht in ihrem eigentlichen Berufe, sondern beim Bearbeiten ihres Kartoffelackers zuzogen. — Von den 29 Frauen sind 24 Bäuerinnen, je eine die Frau eines Bürgermeisters und die eines Fabrikarbeiters, 2 Mägde und eine Taglöhnerin. Die letzteren 5 verletzten sich ebenfalls beim Kartoffelhacken.

Einen weiteren interessanten Punkt unserer Untersuchungen betrifft das Alter der Verletzten. An Hand der Tabelle zeigt sich, daß das erste Jahrzehnt nicht beteiligt ist. Dagegen ist im zweiten Jahrzehnt der höchste Prozentsatz zu verzeichnen : 19 Verletzungen = 30% und die Mehrzahl davon zwischen dem 10. und 15. Lebensjahr. Im dritten und vierten Jahrzehnt zeigt sich eine deutliche Verminderung, im fünften Jahrzehnt wieder ein starker Anstieg von 15 Verletzungen = 23,8%; danach eine langsame gleichmäßige Abnahme bis zum achten und neunten Jahrzehnt, wo nur noch je ein Fall vorhanden ist. — Das jüngste Kind ist ein Knabe von zwölf Jahren, die älteste Patientin eine Frau von 82 Jahren. Das bevorzugteste Alter scheint nach dieser Zusammenstellung das zweite und fünfte Lebensjahrzehnt zu sein.

Ein Vergleich mit der *Haab*schen Tabelle (l. c.) ergibt etwas andere Werte. Der höchste Prozentsatz seiner Verletzten fällt

auf das dritte Jahrzehnt mit 24,2%. Es folgt dann das zweite Jahrzehnt mit 20,7%, gegenüber unserer Tabelle mit 30% für dieses Lebensalter. Im fünften Jahrzehnt hat *Haab* nur noch 14,0% gegenüber dieser Tabelle mit 23,8%. Im übrigen sind die Werte aber ziemlich übereinstimmend; nur, daß im ersten Jahrzehnt hier kein Fall zur Beobachtung kam. Dieser höchste Prozentsatz im zweiten Jahrzehnt und dann wieder zwischen dem 10. und 15. Lebensjahr ist äußerst auffallend, zumal es sich dabei um Kinder handelt. Vielleicht erklärt sich die hohe Verletzungszahl der Kinder folgendermaßen: Das Hacken auf dem Acker geschieht in gebückter Stellung. Die Kinder aber, die naturgemäß eine geringere Körpergröße haben, sind mit ihren Augen dem Boden näher als Erwachsene. Dadurch sind sie dem Sprühkegel der abspritzenden Hackenteilchen mehr ausgesetzt und somit in größerer Gefahr als Erwachsene.

Die Verteilung auf die einzelnen Augen ergibt in unseren Fällen 50,7% des rechten, 49,2% des linken Auges. Dies stimmt mit den Feststellungen *Haab*s (l. c.) ziemlich überein. Ein großer Unterschied. bzw die Bevorzugung eines Auges ist hiermit nicht festzustellen. Die zahlreichen Statistiken (*Wagenmann*, Verletzungen des Auges, Bd. 9, S. 47) zeigen im großen und ganzen dasselbe Resultat. Es wird angeführt, daß bei Metallarbeitern und Steinarbeitern das linke Auge etwas häufiger verletzt wird und damit erklärt, daß die genannten Arbeiter den Kopf etwas zur Seite drehen und dadurch das linke Auge mehr getroffen wird. Im allgemeinen dürften aber die Körperstellungen bei den verschiedenen Berufszweigen sehr mannigfaltig sein. Bei den Hackensplitterverletzungen trifft dies nicht zu. Rechts- und Linkshändigkeit spielt auch keine Rolle. Außerdem ist bei Landarbeitern die Entfernung des bearbeiteten Gegenstandes vom Auge meist eine größere als bei den Eisenarbeitern und eine Deckung des einen Auges durch den Nasenrücken weniger möglich.

Anschließend daran wollen wir die Verteilung der Verletzungen auf die einzelnen Jahre ins Auge fassen.

Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung von je fünf Jahren:

1898—1902	11	Fälle
1903—1907	23	,,
1908—1912	6	,,
1913—1917	15	,,
1918—1922	8	,,

In den Jahren 1898, 1901, 1909, 1911, 1912, 1915 sind Verletzungen nicht zu verzeichnen. Im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts finden sich die meisten Verletzungen mit insgesamt 34 Fällen, im zweiten eine deutliche Abnahme bis auf 26 Fälle. Über einen früheren Zeitraum stehen mir Krankenberichte nicht mehr zur Verfügung. Wohl sind noch eine Reihe von Fällen aus früheren Jahren bekannt. Es handelt sich dabei um Patienten, die später wegen irgendeines anderen Augenleidens in Behandlung kamen, wobei sich herausstellte, daß ein Auge entweder aphakisch, amaurotisch oder enukleiert war und die Anamnese ergab, daß es sich um eine typische Hackensplitterverletzung vor langen Jahren handelte. Die Verletzung des ältesten auf diese Weise beobachteten Falles stammt aus dem Jahre 1864, andere aus den 70er und 80er Jahren.

Immerhin zeigen diese Fälle, was auch durch mündliche Erzählung des früheren Augenarztes in Konstanz Dr. *Tscheppe* bekannt ist, daß es Hackensplitterverletzungen in dieser Gegend schon sehr lange Zeit gibt.

Kommen wir nochmals auf unsere Tabelle zurück und betrachten hauptsächlich das zweite Jahrzehnt dieses Jahrhunderts. Da ergibt sich ein sehr interessanter Vergleich mit den *Haab*schen (l. c.) Feststellungen. Er berichtet, daß in diesem Zeitabschnitt die Verletzungen sehr zurückgegangen sind. In vielen, darunter die Kriegsjahre, wurde nur je ein Fall beobachtet, im Jahre 1919 gar keiner mehr. *Haab* führt eine Reihe von Umständen an, die dies erklären sollen (Verbesserung des Hackenmaterials, zunehmende maschinelle Einrichtungen, Abnahme der Landarbeiter durch die Industrie, Zunahme der großen Magnete außerhalb Zürichs).

Unsere Feststellungen über diesen Zeitabschnitt ergeben ein anderes Resultat. Es handelt sich um insgesamt 20 Fälle gegenüber 14 in Zürich. Im besonderen sind in den Kriegsjahren zusammen zwölf Fälle gegenüber Zürich mit vier Fällen zu verzeichnen. Auch im Jahre 1919 sind drei Fälle zur Beobachtung gekommen. Nicht weiter auffallend und durch den Krieg bedingt ist die Tatsache, daß während der Kriegsjahre das weibliche Geschlecht doppelt soviel betroffen wurde als das männliche. Außerdem sind sämtliche männlichen Verletzten außerhalb des militärpflichtigen Alters.

Durch genaue Studien bei der meteorologischen Station in Zürich und deren Vergleiche mit den Verletzungsdaten erklärt

Haab (l. c.) die große Schwankung der Splitterfälle in den einzelnen Jahren. Er faßt das Ergebnis in folgenden Satz zusammen: „Zwei Drittel der Verletzungen entstanden bei trockenem und ein Drittel bei nassem Wetter."

Da in unserer Gegend eine meteorologische Station nicht besteht, ist es nicht möglich, dieses Ergebnis durch genaue Untersuchung zu festigen.

Die Erfahrung und die Beobachtung bei den Landleuten, ergibt jedoch, daß die Äcker meist nur bei gutem und trockenem Wetter bearbeitet werden, da die nasse Bodenbeschaffenheit die Arbeit sehr behindert, indem die Erde an Hacke und Stiefel zu sehr kleben bleibt.

Zuletzt sollen noch die Beziehungen der Hackensplitterverletzungen zu den verschiedenen Jahreszeiten betrachtet werden. Die Zeit, in der die Verletzungen vorkommen, ist auf wenige und ganz bestimmte Monate beschränkt.

Auch diese zeitliche Beschränkung ist ein weiteres Charakteristikum der Hackensplitterverletzungen. Beistehende Zusammenstellung veranschaulicht das Gesagte:

Januar .... —	April 1	Juli 14	Oktober .. —
Februar ... —	Mai 15	August ... 2	November. —
März ..... —	*Juni* *30*	September 1	Dezember . —

Dies erklärt sich daraus, daß das Bearbeiten des Ackers mit der Hacke, speziell das Häufeln der Kartoffeln, immer zu bestimmter Zeit des Jahres geschieht und das sind die Sommermonate. So erklärt sich, daß wir im ersten Vierteljahr keine Verletzungen sehen, im April sehr wenige (1,5 %), im Mai ein starkes Ansteigen (23,8 %). Der Juni liefert die doppelte Zahl (47,6 %) und bildet gleichzeitig den Höhepunkt der Verletzungen, im Juli 22,2 %, ungefähr wieder dasselbe Verhältnis wie im Mai. Im August und September nur noch vereinzelte Fälle und im letzten Vierteljahr gar keine mehr.

Untersuchen wir jetzt die Lage der Fremdkörper in bezug auf die einzelnen Augenabschnitte etwas genauer. Es soll auch in dieser Betrachtung die Einteilung bzw. Trennung der verschiedenen Medien in der gleichen Weise erfolgen, wie es von *Haab* (l. c.) angegeben wurde. *Haab* unterscheidet zwei Gruppen der Verletzungen und trennt scharf:

1. Die Verletzungen des vorderen (Hüllen, Vorderkammer, Iris und Linse) und

2. des hinteren Bulbusabschnittes (Corpus ciliare, Glaskörper, Retina).

Diese Trennung ist für das Schicksal des Auges unbedingt erforderlich, weil die Hackensplitterverletzungen des vorderen Bulbusabschnittes eine weit bessere Aussicht auf das Endresultat haben, sowohl was die Erhaltung des Auges selbst, insbesondere aber das Sehvermögen betrifft. Ein gutes Sehvermögen wird in der Mehrzahl der Fälle erreicht.

Dagegen enden die Verletzungen des hinteren Bulbusabschnittes meistens mit Panophthalmie, mit Enukleation oder mit Phtisis bulbi. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß der Glaskörper einen spezifischen Nährboden für die Subtilisbazillen darstellt, die ja meistens gemeinsam mit dem Hackensplitter eindringen.

Von den 63 Verletzungen des vorderen Bulbusabschnittes fallen 14 = 22,2 % in die erste Gruppe. Die Verteilung auf die einzelnen Medien ist folgende: Sklera 3, Kornea 3, frei in Vorderkammer 3, in der Iris steckend und zum Teil noch in der Vorderkammer 3, Linse 2. Mit einer einzigen Ausnahme (s. u.) waren alle Splitter sichtbar und als metallisch glänzende Körperchen zu erkennen. Die Einschlagstellen bzw. die Perforationsöffnungen befanden sich, mit Ausnahme von den drei Skleraverletzungen, alle in der Kornea: sie hatten eine Durchschnittslänge von 2—3 mm.

Das Endresultat der ersten Gruppe ergibt: Von den 14 Fällen endeten 78,5 % mit brauchbarer Sehschärfe, einer davon mit Fingerzählen. In drei Fällen trat Erblindung oder Verlust des Auges ein und zwar wegen Panophthalmie, chron. Iridozyklitis und Phtisis bulbi ant.

Operationen: Sechsmal wurde der große Magnet angewandt und war immer erfolgreich. Viermal war der Hirschbergsche Handmagnet erfolgreich. Einmal wurde der Fremdkörper mit Schere und Pinzette aus der Sklera entfernt. Einmal wurde er auswärts extrahiert. Einmal lag keine perforierte Verletzung der Kornea vor, weil der Splitter wahrscheinlich von selbst herausgeschwemmt wurde. Einmal wurde der Splitter mit dem Meißel aus dem Gewebe der Kornea entfernt.

Die Verletzungen der *zweiten Gruppe* betragen 49 = 77,7 % der Gesamtverletzungen. Von außen sichtbar waren nur wenige Splitter; auf einzelne davon wird weiter unten näher eingegangen. Dies kommt daher, weil beim Eintritt der Verletzten sehr häufig schon beginnende Panophthalmie (30 Fälle) oder traumatische Katarakt oder stärkeres Exsudat in der Vorderkammer vorhanden war, die einen Einblick ins Innere des Auges unmöglich machten.

Durch die oft schon vorhandenen Entzündungserscheinungen wird auch die schlechte Aussicht auf eine erfolgreiche Therapie verständlich. Nur wenn die Verletzten sehr bald nach dem Trauma zur Behandlung kommen und sofort eine erfolgreiche Extraktion des Splitters erfolgt, ist mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Erfolg zu erhoffen. Doch gilt die Einschränkung, daß gelegentlich schon nach 14—18 Stunden vollentwickelte Panophthalmie mit Protrusio bulbi zu sehen war.

Das Endresultat dieser Gruppe ergibt daher auch folgendes, wenig erfreuliches Ergebnis:

Von den 49 Fällen erhielten nur 16,3% eine brauchbare Sehschärfe ($1—^1/_4$), bei 10,2% war das Resultat Fingerzählen. Die große Mehrzahl von 75,5% ging mit Amaurose (2) oder Verlust des Auges aus.

Operationen: 29mal wurde der *Haab*sche Magnet angewendet und war in 89,7% erfolgreich; 5mal war er negativ. Vor Einführung des großen Magneten wurde der *Hirschberg*sche Handmagnet verwendet und war in 17 Fällen nur 13mal = 23,5% positiv. Ein Patient wurde auswärts drei Wochen behandelt (Umschläge usw.) und trat bereits mit Phtisis bulbi ein. 3mal unterblieb ein Extraktionsversuch wegen zu weit fortgeschrittener Panophthalmie.

Von den drei negativen Fällen mit dem *Haab*schen Magneten sei nur eines einzigen besonders gedacht.

Hier zeigte sich folgender Befund: Eintritt sechs Stunden nach der Verletzung. Wunde in Kornea und Iris, traumatische Katarakt. Auf Magnetwirkung gibt Patientin einen leichten Schmerz an. Der Splitter konnte jedoch weder durch die vordere Kammer, wie üblich, noch durch einen Skleralschnitt entfernt werden. Nach acht Wochen langsamer Heilung waren die Entzündungserscheinungen zurückgegangen. Auge nur noch wenig gereizt. Iris gefärbt. Keine subjektiven Beschwerden. Lichtschein und Projektion gut. — Nach $^1/_2$ Jahr Auge reizlos, sieht Finger in 1—2 m. Nach weiteren sechs Monaten folgte Extraktion der traumatischen Katarakt. Mit korrigierendem Glas wurde $^1/_{60}$ gesehen. Der ophthalmoskopische Befund ergab nun folgendes: Konus an der Papille, Atrophie des Pigmentepithels, nach unten in der Peripherie weiße Plaques (Anschlagstelle des Eisensplitters!), Gesichtsfeld konzentrisch eingeengt. Keine Siderosis bulbi. Nach sechs Jahren Besserung der Sehschärfe auf $^4/_{60}$. 13 Jahre nach der Verletzung derselbe Befund.

Dieser Fall zeigt nun insofern eine Besonderheit, als der Fremd-

körper bis in die Netzhaut vordrang, dort einheilte und eine langdauernde Entzündung hervorrief, die jedoch nicht wie gewöhnlich zur vollentwickelten Panophthalmie und zu Verlust des Auges führte, sondern nach Abklingen der Entzündung eine langsame, auf Jahre sich hinstreckende Besserung des Sehvermögens zeigte, die dauernd anhielt. Eine Erklärung hierfür ergeben die oben, anläßlich der Subtilisbesprechung erwähnten Infektionsverschiedenheiten. Im Folgenden soll noch kurz über zwei Fälle referiert werden, die im Befund und Verlauf einige Besonderheiten zeigen.

Reizlose Einheilung des Hackensplitters.

Splitter $2^1/_2$ Jahre im Augapfel.

A., Emma, 237. Trauma 1908. Anamnestische Angaben der Pat.: Im Juni des vorhergehenden Jahres flog ihr beim Rübenhacken ein Fremdkörper ins rechte Auge; sie hatte wie eine „Fliege" vor dem Auge. Nach einigen Tagen bemerkte Pat. nichts mehr, sah wieder gut. Im Laufe des letzten halben Jahres nahm das Sehen langsam ab. Vor zwei Tagen plötzliche Erblindung unter Blitzerscheinungen. Befund: Narbe in der Kornea, Loch in Iris, dahinter Linse partiell getrübt. Iris braun gefärbt, das andere Auge blau. Zahlreiche braune Pigmentpünktchen auf der Linse. Sieht Finger in 2—3 m. Ab und zu hat Pat. Schmerzen im Auge. Diagnose: Siderosis bulbi. Pat. ließ sich den Splitter $2^1/_2$ Jahre nach der Verletzung entfernen. Die langsam fortschreitende Siderosis hörte nach der Extraktion auf und ein geringes Sehvermögen blieb erhalten.

Fall von sehr rapidem Verlauf:

F., Anna, 17 J. Trauma 1913, Eintritt 14 Stunden nach der Verletzung. Befund: Perforation mitten auf der Kornea, Cataracta traumatica. Panophthalmie, Extraktion des Splitters. Wegen fortschreitender Panophthalmie: Enukleation. — Dieser Fall ergibt die kürzeste Zeit, in der eine Panophthalmie zu beobachten war.

Eine Vergleichstabelle der Verletzungen des vorderen und hinteren Bulbusabschnittes soll das Gesagte veranschaulichen:

Gesamtresultat der 63 Hackensplitterverletzungen:

	Abschnitt			total
	Vorderer	Hinterer		
Gesamt-Verletzungen ...	14	49		63
S. = 1—¼	78,5%	15,3%	24,5%	39,7%
Fingerzählen		9,2%		
Amaurose, Enukleation .	21,5%	75,5%		60,3%

Ein Vergleich mit der *Haab*schen Zusammenstellung (l. c.) ergibt ähnliche Resultate.

Die Operationstechnik mit dem Riesenmagneten erfolgte genau nach den *Haab*schen Angaben.

Bisher haben wir uns hauptsächlich mit der klinischen Betrachtung der Hackensplitterverletzungen beschäftigt, die manche interessante Feststellung, namentlich im Vergleich zu der *Haab*schen (l. c.) Arbeit, bietet.

Im folgenden sollen noch die geologischen Verhältnisse eingehender dargelegt werden, die ja gerade für die Entstehung der Hackensplitterverletzungen von allergrößter Bedeutung erscheinen. Hier zeigt sich nun, warum diese Verletzungen auf bestimmte Gebiete beschränkt sind und anderswo kaum beobachtet werden. Ferner erweist sich ein eindeutiger Zusammenhang der Verletzungen des Züricher Gebietes mit denen der Bodenseegegend. Um über diese vermuteten Zusammenhänge ein klares Bild zu bekommen, wandte ich mich an Herrn Geh. Rat Dr. *Schmidle*, der als erster geologischer Kenner des Bodenseegebietes angesehen wird. Er scheute die Mühe nicht, an Hand der geologischen Spezialkarten jede einzelne Moräne und jedes Schotterfeld in die beigefügte Karte einzutragen und mir einen Überblick über die geologischen Tatsachen des Bodenseegebietes zur Verfügung zu stellen, was im folgenden ausgeführt werden soll. Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Geh. Rat *Schmidle* für seine wertvollen Ausführungen meinen besten Dank aussprechen.

Nach *Penk* und *Brückner* bedeckte der Rheingletscher während der Eiszeit viermal das Bodenseegebiet. Von den beiden ersten Bedeckungen sind freilich in der Bodenseeniederung keine Spuren mehr vorhanden; sie blieben nur erhalten auf der Hochebene, die sich vorzüglich im Norden und Nordosten an sie anschließt und ferner auf den Gipfelebenen der Berge, die wie der Schienerberg und der Bodanrück aus ihr heraufragen. Dort bilden sie feste Nagelflutbänke, die die Ebenen unterlagern und als steile Ansätze an den Rändern herausschauen. Auf beiliegender Karte sind sie der Übersicht wegen nicht verzeichnet.

Auch von der dritten Gletscherbedeckung ist hauptsächlich nur die Grundmoräne erhalten. Sie wurde von der vierten Vergletscherung zu den auffälligen Miptischen Hügeln aufgestaucht, die stets in großer Menge beieinander liegen und stets in der Richtung der Gletscherbewegung gestreckt sind. Diese Hügel haben den irischen Namen „Drumlin" erhalten. Auch an den Wänden einiger Täler blieben einige schmale Kiesterrassen übrig, die 10—50 m über den heutigen Talboden herausragen und die deshalb

den Namen Hochterrassen bekamen. Von Radolfzell bis Reichenau zieht eine solche, sie trägt größtenteils die heutige Fahrstraße, und eine zweite liegt zu beiden Seiten des unteren Deggerhausertales (s. Karte). Auch die Kiese der Reichenau und bei Radolfzell gehören dazu und eine Menge kleinerer Kiesfelder zwischen den Drumlin, deren Einzeichnung wegen der Kleinheit der Tafel nicht möglich war.

Alle übrigen Kiesfelder der Karte verdanken ihr Dasein der letzten vierten Vergletscherung. Diese reichte in ihrer größten Ausdehnung von Schaffhausen bis Pfullendorf und der in dieser Richtung verlaufende Moränenkranz gibt ein klares Bild seiner Gestalt. Beim Abschmelzen machte der Gletscher auf der Linie Stein-Rielasingen-Singen-Liggeringen-Neuzingen-Lippertrente verschiedene Male halt, wo er Moränen aufwarf, die unter dem Namen die Singener Phase zusammengefaßt werden. Ein dritter Ruhezustand ist durch die Moränen, die bei Konstanz den See kreuzen, bezeichnet. Vier bis fünf weitere liegen südöstlich des Kartengebietes. Die vor den Moränen abfließenden Schmelzwässer werfen Kiesfelder (Sander genannt) auf. Von ihnen gehören die bei Weiterdingen, Engen und Aach gelegenen zu dem Schaffhausener Moränenkranz, fast alle übrigen zu jenen von Singen. Der Konstanzer Gletscher hat nur jene von Unteruhldingen, Grasbeuren, Bermatingen hervorgebracht.

Während nun die Kiese der Moränen und Drumlin durch feinen Lehm (gebildet aus dem vom Gletscher zu Mehl zerriebenen Gesteinsmaterial) ziemlich fest zusammengebacken sind, haben die Gletscherflüsse diesen Lehm verschwemmt, so daß nun die Kiese locker in lockeren Sanden liegen, meistens nach ihrer Größe schon geschichtet. Der Moränenlehm macht zugleich die Moränenablagerungen wasserundurchlässig, so daß ein nasser, schwerer Boden entsteht, der mit Wald oder Wiesen bedeckt ist. Umgekehrt sind die Kiesböden der Sander leicht und wasserdurchlässig und deshalb ein geeigneter Boden für jede Art von Ackerbau.

Es ist nun auffällig, wie sich die Augenverletzungen in diesen Kiesterrassen häufen, ja wie sie geradezu von der Größe dieser Terrassen abhängig zu sein scheinen. Es sei auf die große Terrasse Steißlingen-Singen-Gottmadingen und an jene von Orsingen, Neuzingen verwiesen. Nur wenige Verletzungen sind außerhalb dieser Sandergebiete zu verzeichnen.

Im Moränengebiet gibt es Verletzungen in und neben Liggeringen, Dettingen, Lippertsreuthe, Meersburg und Bermatingen,

wo scheinbar keine losen Kiesterrassen verzeichnet sind. Liggeringen liegt mitten im Moränengebiet auf sehr kiesreichem Boden, namentlich die Felder südwestlich des Ortes sind recht kiesreich; und südlich von dem Orte ist in der Moräne eine Kiesgrube eröffnet und seit Jahren im Betriebe. Dettingen, Meersburg und Bermatingen sind im Drumlingebiet mit kiesreichen Feldern, und nördlich von Lippersreuthe geht ein kiesreicher Moränenzug durch, in welchem 3—4 große Kiesgruben angelegt sind.

Wenn wir nun die Frage ins Auge fassen, welche Kiese wohl die Verletzungen verursachen, so müssen sie aus einem Gesteine bestehen, welches härter als Eisen ist. Und da die Verletzungen auch in Zürich vorkommen und umgekehrt in den östlichen Gebieten des Rheingletschers nicht häufig sind, so müssen sie von einem Gesteine herrühren, welches vorwiegend im Gebiet des Hinter- und Vorderrheins vorkommt. Geradezu charakteristisch für diesen Teil des Rheingletschers sind nun die braunen, roten und grünlichen Radiolarithe des Malm und der Rhachischen Decke, ferner die Quarze des Verrucano, beides Gesteine, die in ungeheurer Zahl in unseren Schotterterrassen zu finden sind. Seltener die Jadeithe (aus denen die Steinbeile der Pfahlbauern gemacht wurden), auch Serpentine und Nephrite. Sie stammen alle aus den oberen Schichten des Gletschers und wurden hauptsächlich auf der linken, westlichen Gletscherhälfte abgelagert; deswegen finden sich östlich nur selten Hackensplitterverletzungen. Daneben sind freilich die in den Urgesteinen und in den Triaskalken vorkommenden Quarze und Quarzite in Betracht zu ziehen, die schwarzen Hornsteine des Triaskalkes oder die Liashornsteine, die jedoch nicht die Rolle spielen wie die erstgenannten.

In diesen für den Rheingletscher charakteristischen Gesteinen läßt sich vielleicht die Ursache ersehen, warum in anderen Gletschergebieten (Rhônegletscher usw.) die Hackensplitterverletzungen nicht vorkommen.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß die Hackensplitterverletzungen der Züricher Gegend und des Bodenseegebietes in demselben Gestein eine gemeinsame Ursache haben. Wie erklärt es sich nun, daß in den beiden Gegenden dieselben oben angeführten Gesteinsarten vorkommen? Diese Frage läßt sich folgendermaßen beantworten: Nach Vereinigung des Vorder- und Hinterrheingletschers und gemeinsamem Lauf bis Sargans teilte er sich hier wieder in zwei Arme; der kleinere, linke Arm sandte einen Eisstrom zwischen den Flumser Bergen und dem Säntisstock durch

den heutigen Wallensee nach Westen gegen Zürich und bis Waldshut. Aus diesem Teil des Gletschers stammen die Verletzungen des Züricher Gebietes.

Der Hauptstrom ging durch das Rheintal über das Bodenseegebiet bis zu den auf der Karte angegebenen Grenzen. Dieser Teil lieferte die in dieser Arbeit beschriebenen Fälle.

Um nun zu erfahren, ob diese Annahmen tatsächlich zutreffen, d. h. ob außerhalb dieser Grenzen Verletzungen dieser Art aufhören bzw. seltener werden, fragte ich persönlich bei Herrn Prof. *Stock* in Tübingen und bei Herrn Augenarzt Dr. *Röcker* in Ravensburg (östlicher Rheingletscher) an. Freundlicherweise teilten mir beide Herren mit, daß ihnen diese Verletzungen zwar bekannt sind, aber doch nur selten beobachtet werden. Herr Dr. *Röcker* kann sich aus seiner langjährigen Praxis nur an drei Fälle erinnern. Dies dürfte für die Richtigkeit der oben aufgestellten Annahme sprechen. Daß auch einmal ein anderes Gestein diese Verletzungen hervorrufen kann, ist ja selbstverständlich.

Zusammenfassung.

Die typischen Hackensplitterverletzungen sind an bestimmte geologische Verhältnisse gebunden; diese finden sich als sog. Niederterrassenschotterfelder in den Endmoränen der letzten Rheinvergletscherung im Zürichsee- und Bodenseegebiet.

Literaturverzeichnis.

1. *Haab, O. E.*, Arch. f. Aug. Bd. 89, S. 84, 1921. — 2. *Ders.*, Arch. f. Aug. Bd. 84, S. 88, 1919. — 3. *Haab, O.*, Arch. f. Aug. Bd. 68, S. 1, 1910. — 4. *Ders.*, 37. Vers. d. Ophth. Ges. zu Heidelberg. Arch. f. Aug. Bd. 70, S. 81, 1911. — *Ders.*, Arch. f. Aug. Bd. 69, S. 111, 1911. — 6. *Filatow*, Arch. f. Aug. Bd. 70, S. 185, 1911. — 7. *Praun, E.*, Verletzungen des Auges. 1899, S. 341. — 8. *Wagenmann, A.*, Gräfe-Sämisch, Hdb. d. Aug. II. Aufl., Bd. IX, Abt. 5, S. 10, 1090, 1106, 1238, 1408, 1424. — 9. *Marchesani*, Arch. f. Aug. Bd. 97, S. 567, 1926. — 10. *Haab, O.*, Arch. f. Aug. Bd. 77, S. 271, 1914.

Lebenslauf.

Als Sohn des Augenarztes Dr. *Brugger* wurde ich am 25. I. 1906 in Konstanz geboren. Daselbst besuchte ich das Gymnasium, das ich im April 1924 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Darauf widmete ich mich dem Studium der Medizin, zunächst an den Universitäten in München, Freiburg und Gießen, wo ich im Sommer 1926 das Physikum bestand. Anschließend ging ich nach Berlin, wo ich im März 1930 das Studium mit der Staatsprüfung beendete.